

上海交通大学硕士学位论文

## 高并发视频表决会议系统设计与开发

硕士研究生：王 浩 宇

学 号：5140719024

导 师：吴 刚

申 请 学 位：工学硕士

学 科：软件工程

所 在 单 位：电子信息与电气工程学院

答 辩 日 期：2022 年 5 月 19 日

授予学位单位：上海交通大学



Dissertation Submitted to Shanghai Jiao Tong University  
for the Degree of Master

**A SAMPLE DOCUMENT FOR  
L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-BASED SJTU THESIS TEMPLATE**

<b>Candidate:</b>	Mo Mo
<b>Student ID:</b>	5140719024
<b>Supervisor:</b>	Prof. Mou Mou
<b>Academic Degree Applied for:</b>	Master of Engineering
<b>Speciality:</b>	A Very Important Major
<b>Affiliation:</b>	Depart of XXX
<b>Date of Defence:</b>	May 19, 2022
<b>Degree-Conferring-Institution:</b>	Shanghai Jiao Tong University



# 上海交通大学

## 学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

日期：            年        月        日

# 上海交通大学

## 学位论文使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。

本学位论文属于 ☐ 公开论文

☐ 内部论文， ☐ 1 年/☐ 2 年/☐ 3 年    解密后适用本授权书。

☐ 秘密论文， \_\_\_\_ 年（不超过 10 年）解密后适用本授权书。

☐ 机密论文， \_\_\_\_ 年（不超过 20 年）解密后适用本授权书。

（请在以上方框内打“√”）

学位论文作者签名：

指导教师签名：

日期：            年        月        日

日期：            年        月        日



## 高并发视频表决会议系统设计与开发

### 摘 要

中文摘要应该将学位论文的内容要点简短明了地表达出来，应该包含论文中的基本信息，体现科研工作的核心思想。摘要内容应涉及本项科研工作的目的和意义、研究方法、研究成果、结论及意义。注意突出学位论文中具有创新性的成果和新见解的部分。摘要中不宜使用公式、化学结构式、图表和非公知公用的符号和术语，不标注引用文献编号。硕士学位论文中文摘要字数为 500 字左右，博士学位论文中文摘要字数为 800 字左右。英文摘要内容应与中文摘要内容一致。

摘要页的下方注明本文的关键词（4~6 个）。

**关键词：**上海交大，饮水思源，爱国荣校

## **A SAMPLE DOCUMENT FOR L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-BASED SJTU THESIS TEMPLATE**

### **ABSTRACT**

Shanghai Jiao Tong University (SJTU) is a key university in China. SJTU was founded in 1896. It is one of the oldest universities in China. The University has nurtured large numbers of outstanding figures include JIANG Zemin, DING Guangen, QIAN Xuesen, Wu Wenjun, WANG An, etc.

SJTU has beautiful campuses, Bao Zhaolong Library, Various laboratories. It has been actively involved in international academic exchange programs. It is the center of CERNet in east China region, through computer networks, SJTU has faster and closer connection with the world.

**KEY WORDS:** SJTU, master thesis, XeTeX/LaTeX template



## 目 录

第一章 绪论 .....	1
1.1 主要研究内容和工作内容.....	1
1.2 本文结构 .....	1
第二章 背景介绍.....	3
2.1 研究背景与意义.....	3
2.1.1 研究的背景 .....	3
2.1.2 研究的意义 .....	4
全文总结 .....	5
附录 A <b>Maxwell Equations</b> .....	6
附录 B 绘制流程图 .....	7
致 谢 .....	8
学术论文和科研成果目录 .....	9
个人简历 .....	10

## 插图索引

## 表格索引

## 算法索引

## 符号对照表

$\epsilon$  介电常数

$\mu$  磁导率



## 第一章 绪论

本章将概述本文主要研究内容和工作内容以及本文的主要结构。

### 1.1 主要研究内容和工作内容

近年来，在疫情影响、新一代数字技术的快速发展以及国家对于数字化基础设施建设大力支持的影响下，各行各业都加快进行数字化变革。在法律行业，数字化变革进展缓慢，大多数业务仍然局限于线下办理。在法律行业的破产领域中，债权人会议及表决的结果影响着整个破产项目流程的走向，是破产项目极为重要的一环，而由于疫情的影响，线下的债权人会议召开受到了限制，破产项目无法顺利进行，这将带来极大的经济损失，因此本文对债权人会议的全面数字化进行了研究。

本论文的主要工作是高并发视频表决会议系统的设计与实现。本课题将研究如何设计系统满足破产重整法律案件债权人会议的需求以及具体如何实现。主要研究的内容有高并发场景下的债权人会议系统架构设计，高并发场景下的债权人会议系统的数据存储设计，高并发场景下数据库的高可用问题，以及债权人会议系统前端设计和优化问题。主要工作内容是债权人会议系统的设计以及债权人会议系统的前后端开发及性能测试。

### 1.2 本文结构

本篇论文分为绪论、背景介绍、系统需求分析及架构设计、系统后端设计与实现、系统前端设计与优化、实验设计、总结与展望七部分：

1. 绪论。本节主要介绍了本课题的主要研究内容和工作内容，并简单介绍了本文的主要结构。

2. 背景介绍。本节高并发视频表决会议系统的设计与实现的背景出发，阐述本课题研究的意义。同时，本节将对高并发系统的研究现状以及国内表决会议系统的现状这两方面进行概述，探索此领域的未来发展方向。

3. 系统需求分析及架构设计。本节将从视频表决会议的业务现状出发，分析用户需求，在需求分析的基础上，根据系统的需求进行针对性的架构设计。最终本节将确定系统所需要的功能性需求和非功能性需求和系统架构设计。

4. 系统后端设计与实现。本节将在需求分析的基础上，根据需求完成数据库设计，并且根据需求进行后端的设计以及介绍具体实现。

5. 系统前端设计与优化。本节将在需求分析的基础上，根据需求完成前端的设计并针对发现的问题进行相关优化。同时，本章展示了系统的用户页面。

6. 实验设计。本节将对系统进行的功能性测试，性能测试工作做相关描述。

7. 总结与展望。本节将总结系统设计与实现的工程，并提出系统优化方案和建议。



## 第二章 背景介绍

数字化是信息技术发展的高级阶段，是数字经济的主要驱动力，随着新一代数字技术的快速发展，各行各业利用数字技术创造了越来越多的价值，这又推动了各行业加快进行数字化变革。本章从对律师行业破产领域的债权会议全面数字化的研究背景意义出发，系统阐述国内外研究最新研究成果。

### 2.1 研究背景与意义

#### 2.1.1 研究的背景

本文提到的数字化主要是利用数字技术，对具体业务、场景的数字化改造。数字技术革命推动了人类的数字化变革。人类社会的经济形态随着技术的进步不断演变，农耕技术开启了农业经济时代，工业革命实现了农业经济向工业经济的演变，如今数字技术革命，推动了人类生产生活的数字化变革，孕育出一种新的经济形态——数字经济，数字化成为数字经济的核心驱动力。数字技术的不断完善让数字化的价值得到充分发挥。近年来，物联网、云计算、人工智能等各类数字技术不断更新，从实验向实践，逐渐工业化，形成了完整的数字化价值链，在各个领域实现应用，推动了各个行业的数字化，为各行业不断创造新的价值。数字基础设施快速发展推动数字化的应用。近年来，我国不断加快数字基础设施建设，推进工业互联网、人工智能、物联网、车联网、大数据、云计算、区块链等技术集成创新和融合应用，让数字化应用更加广泛深入到社会经济运行的各个层面，推动数字经济的发展。

律师行业作为一个传统行业，目前大部分还处于传统的手工业时代，信息靠纸质材料收集整理，存储靠库房堆积，十分影响效率。如今正处疫情期间，线下办公的方式受到了极大的限制，而业务不会因为限制的存在而减少，大量的业务堆积带来了极大的不便，律师行业的数字化变革迫在眉睫。

而在破产领域中，会议和表决的意义十分重大，决定着一个破产项目的走向，为了实现破产业务的数字化转型，专门设计针对破产项目表决的会议系统是必不可少的。企业破产项目债权人很容易高达千人级别甚至万人级别，如果同时进行多场会议，且在同一时间段进行表决的情况下，并发量将极大的提升，对服务器造成极大的压力，因此需要设计开发专门针对高并发情况下的会议表决系统。

### 2.1.2 研究的意义

破产领域的债权人会议全面数字化的研究意义主要有以下三点。

一是由于受新冠肺炎疫情影响，通过网络形式召开债权人会议成为管理人的主要选择。网络债权人会议所代表的破产案件线上化操作的优势是非常明显的——这种优势不仅体现在疫情期间，线上化操作无论程序设计还是设备使用，更加简便快捷和规范高效，代表破产业务未来的工作趋势。网络债权人会议是在网络时代下，利用网络技术对债权人会议召开方式的革新，有利于提高工作效率，有利于更好保障债权人权利。但网络债权人会议有别于传统债权人会议，产生了许多新的问题需要解决。债权人会议系统有别于常规的会议系统，和破产法律紧密挂钩，常规的会议系统并不适用，因此需要设计开发针对性的债权人会议系统。

二是数字化以数据为主要生产要素，将企业中所有的业务、生产、营销、客户等有价值的人、事、物全部转变为数字存储的数据，形成可存储、可计算、可分析的数据、信息、知识，并和企业获取的外部数据一起，通过对这些数据的实时分析、计算、应用可以指导企业生产、运营等各项业务。而每一次的债权人会议都能产生大量的数据，这些数据可以产生极大的经济价值，因此需要保证对这些数据的存储的可靠性。

三是近年来随着计算机技术和网络技术的迅速崛起，互联网日渐深刻的在改变着人们的生产生活方式。互联网的发展带来了需求的激增、技术上的压力，系统架构也因此不断的演进、升级、迭代。从单一应用，到垂直拆分，到分布式服务，到 SOA，以及现在火热的微服务架构。虽然解决了大部分的问题，但是即时访问量比较巨大时，还是存在一些问题，尤其是高并发和高可用还是需要进行大量的设计和研究。对债权人会议系统来说，一场债权人会议的人数通常是千人到万人级别，有些甚至达到十万人级别，如果同时进行多场会议，且会议表决通常是集中在一段时间内的，这就带来了高并发问题，而债权人会议的数据无比重要，如果丢失重要数据或者服务突然停摆，则意味着客户的永久失去及大量的经济损失，因此债权人会议数字化过程中，高并发和高可用的针对性设计的重要性不言而喻。

## 全文总结

本章将对高并发视频表决会议系统的设计与实现的工作进行总结，并根据课题论文的研究成果展望该领域未来发展方向。

本次课题研究以法律业务数字化为基点开展了研究，并且设计了针对高并发的视频表决会议系统，解决了债权会议业务数字化的问题，使债权会议全面线上化。在具体研究的过程中，所涉及到的开发技术有：微服务架构、面向对象程序设计、网页制作技术等，最终设计并实现了高并发视频表决会议系统。具体研究内容有：

1. 通过与甲方律师不断商讨的方式了解用户对于视频表决会议系统的需求。对于实际需求，采用软件工程需求描述语言确定了系统的功能性需求。明确了软件开发的目标和开发的标准。

2. 针对高并发视频表决会议系统的设计工作。为了适应本系统的需求，设计了针对性的架构解决系统性能问题。

3. 系统的开发及测试分析。概述了系统的前后端具体设计和部分实现。展示核心功能功能的运行界面。完成系统设计之后，对系统进行功能性测试和部分性能测试。

本系统是对传统行业产业数字化的一次尝试。通过将信息技术应用于传统法律行业，系统帮助实现破产领域债权会议业务的数字化，极大提高了债权会议业务的进行效率。当然系统本身也存在一些不足之处，比如系统的 **Mongo** 写入性能为本系统的性能瓶颈，若后续系统达到性能瓶颈，需要对 **Mongo** 的写入性能做出优化。

## 附录 A Maxwell Equations

选择二维情况，有如下的偏振矢量：

$$\mathbf{E} = E_z(r, \theta)\hat{\mathbf{z}}, \quad (\text{A-1a})$$

$$\mathbf{H} = H_r(r, \theta)\hat{\mathbf{r}} + H_\theta(r, \theta)\hat{\boldsymbol{\theta}}. \quad (\text{A-1b})$$

对上式求旋度：

$$\nabla \times \mathbf{E} = \frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta} \hat{\mathbf{r}} - \frac{\partial E_z}{\partial r} \hat{\boldsymbol{\theta}}, \quad (\text{A-2a})$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] \hat{\mathbf{z}}. \quad (\text{A-2b})$$

因为在柱坐标系下， $\bar{\mu}$  是对角的，所以 Maxwell 方程组中电场  $\mathbf{E}$  的旋度：

$$\nabla \times \mathbf{E} = i\omega \mathbf{B}, \quad (\text{A-3a})$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta} \hat{\mathbf{r}} - \frac{\partial E_z}{\partial r} \hat{\boldsymbol{\theta}} = i\omega \mu_r H_r \hat{\mathbf{r}} + i\omega \mu_\theta H_\theta \hat{\boldsymbol{\theta}}. \quad (\text{A-3b})$$

所以  $\mathbf{H}$  的各个分量可以写为：

$$H_r = \frac{1}{i\omega \mu_r} \frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta}, \quad (\text{A-4a})$$

$$H_\theta = -\frac{1}{i\omega \mu_\theta} \frac{\partial E_z}{\partial r}. \quad (\text{A-4b})$$

同样地，在柱坐标系下， $\bar{\epsilon}$  是对角的，所以 Maxwell 方程组中磁场  $\mathbf{H}$  的旋度：

$$\nabla \times \mathbf{H} = -i\omega \mathbf{D}, \quad (\text{A-5a})$$

$$\left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] \hat{\mathbf{z}} = -i\omega \bar{\epsilon} \mathbf{E} = -i\omega \epsilon_z E_z \hat{\mathbf{z}}, \quad (\text{A-5b})$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} = -i\omega \epsilon_z E_z. \quad (\text{A-5c})$$

由此我们可以得到关于  $E_z$  的波函数方程：

$$\frac{1}{\mu_\theta \epsilon_z} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial E_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{\mu_r \epsilon_z} \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 E_z}{\partial \theta^2} + \omega^2 E_z = 0. \quad (\text{A-6})$$

## 附录 B 绘制流程图

图 B-1 是一张流程图示意。使用 `tikz` 环境，搭配四种预定义节点 (`start`、`stop`、`process`、`decision` 和 `io`)，可以容易地绘制出流程图。

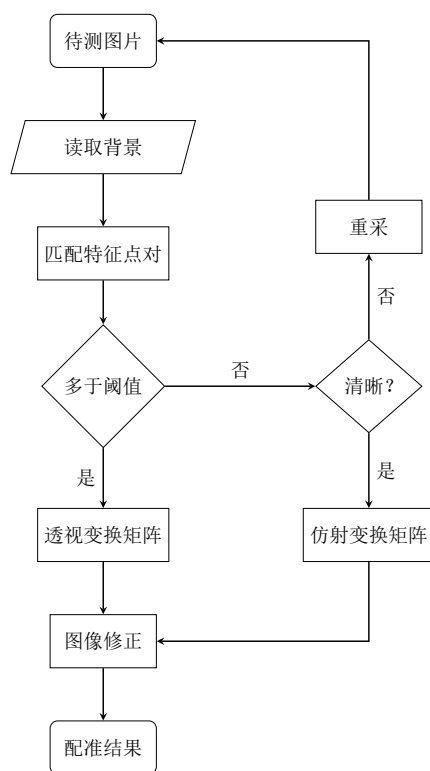


图 B-1 绘制流程图效果

Figure B-1 Flow chart

## 致 谢

感谢上海交通大学软件学院高质量的教学水平, 开设诸多高质量的专业课, 让我有机会在大学四年的时光中系统地学习计算机基础和软件工程等方面地知识, 并能从事相关开发实践。在软件学院诸多优秀的老师和同学的陪伴下, 我大学四年受益良多。

感谢吴刚老师和任锐老师在我编写本论文过程中的指导。老师们在系统开发方面丰富的实践经历和全面的系统意识让我受益良多, 他们严谨认真的科研精神也在时时刻刻地给予我正面的影响。通过和老师们的交流, 我进一步学习了软件工程开发思想和软件系统架构设计的相关知识。感谢老师们能够在我在进行本课题研究遇到问题和疑惑时及时向我伸出援手。

感谢 SAIL 实验室的林许亚伦学长和郑宇宸学长在我开发系统过程给予我的帮助。学长们十分热心负责, 在开发过程中提出了非常多有用的建议, 并且协助我解决了很多难题, 他们的工作态度令人敬佩。

感谢软件工程专业的蒋钊、龙泓杙两位同学这四年以来的帮助和陪伴。两位同学发现问题提出问题的能力, 解决问题严谨认真的态度对我影响颇大, 并且在学业和项目方面对我帮助颇多, 在此对他们由衷的感谢。

## 学术论文和科研成果目录

### 学术论文

- [1] Chen H, Chan C T. Acoustic cloaking in three dimensions using acoustic metamaterials[J]. Applied Physics Letters, 2007, 91:183518.
- [2] Chen H, Wu B I, Zhang B, et al. Electromagnetic Wave Interactions with a Metamaterial Cloak[J]. Physical Review Letters, 2007, 99(6):63903.

### 专利

- [3] 第一发明人, “永动机”, 专利申请号 202510149890.0

## 个人简历

### 基本情况

某某，yyyy 年 mm 月生于 xxxx。

### 教育背景

- yyyy 年 mm 月至今，上海交通大学，博士研究生，xx 专业
- yyyy 年 mm 月至 yyyy 年 mm 月，上海交通大学，硕士研究生，xx 专业
- yyyy 年 mm 月至 yyyy 年 mm 月，上海交通大学，本科，xx 专业

### 研究兴趣

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 排版

### 联系方式

- 地址：上海市闵行区东川路 800 号，200240
- E-mail: xxx@sjtu.edu.cn